

明 細 書

ホログラフィック記録方法及び装置

技術分野

- [0001] この発明は、物体光と参照光との干渉縞によってホログラフィック記録媒体に情報を記録するホログラフィック記録方法及び装置に関する。

背景技術

- [0002] 例えば、特開2002-183975号公報に記載されるホログラフィック記録方法では、物体光及び参照光を1組とした記録ビームにより記録再生を行ない、このとき、回転する記録媒体に同期して、追従制御ミラーにより記録ビームをホログラフィック記録媒体と同方向に移動させ、即ち、アスキング(asking)サーボを行なっていた。
- [0003] 上記特開2002-183975号公報記載のホログラフィック記録方法及び装置では、追従制御ミラーによって記録ビームを記録媒体と同期して移動させているが、この追従制御ミラーの復帰時間中はレーザビームによる記録又は再生はできない。
- [0004] 従って、この追従制御ミラーの復帰時間、即ちaskingサーボの復帰に要する時間が、データ転送レートを低下させる原因となっているという問題点があった。

発明の開示

- [0005] この発明は、上記従来の問題点を鑑みてなされたものであって、askingサーボの復帰時間を実質的にゼロにして、データ転送レートを大幅に増大させることができるホログラフィック記録方法及び装置を提供することを目的とする。
- [0006] この目的は、以下の本発明によって達成される。
- [0007] (1)レーザビームを、ビーム径を拡大した平行ビームとしてから、その径を物体光及び参照光とに分割し、分割された物体光を、記録すべき情報に応じて変調し、これら物体光及び参照光を平行ビーム状のまま、相互に隣接した状態でポリゴンミラーの反射面の後方に焦点を有する集光レンズにより、回転する前記ポリゴンミラーの反射面に入射し、この反射面で反射された前記物体光と参照光とを、該反射面の角度変化による走査方向に移動させつつ、これと同方向に移動するホログラフィック記録媒体に、相互に異なる角度で、且つ、該ホログラフィック記録媒体内で干渉するように入

射させることを特徴とするホログラフィック記録方法。

- [0008] (2) ホログラフィック記録媒体を駆動させつつ、該ホログラフィック記録媒体に干渉縞を形成させる物体光と参照光とを1組とする複数組の記録ビームのうち1組の第1記録ビームを、その記録時間に、該ホログラフィック記録媒体と略同期して同一方向に移動させつつ照射し、次の復帰時間に原位置に復帰させ、前記複数組の残りのうち少なくとも1組の第2記録ビームを、前記第1記録ビームの復帰時間中に、前記該ホログラフィック記録媒体と略同期して同一方向に移動させつつこれを照射することを特徴とするホログラフィック記録方法。
- [0009] (3) 前記複数組の記録ビームを、前記ホログラフィック記録媒体に対して、その駆動方向、駆動方向と直交する方向の少なくとも一方に、順次ずらして照射させることを特徴とする(2)のホログラフィック記録方法。
- [0010] (4) 入射する物体光と参照光との干渉縞を記録可能なホログラフィック記録媒体を駆動させる記録媒体駆動装置と、レーザ光源と、このレーザ光源から出射されたレーザビームを、ビーム径が拡大された平行ビームとするビームエキスパンダと、このビームエキスパンダで拡大された平行ビームのビーム径を分割する平行ビーム分割装置と、回転自在のポリゴンミラーと、入射する平行ビームを、前記ポリゴンミラーの反射面の後方に集光する焦点を備えた集光レンズと、前記分割された平行ビームの一方を物体光として、及び、他方を参照光として、それぞれ前記集光レンズへの入射平行ビームとして導く物体光学系及び参照光学系と、回転する前記ポリゴンミラーの反射面により反射された前記物体光及び参照光を、そのポリゴンミラーの回転による走査方向が、前記ホログラフィック記録媒体の運動方向と一致するようにして、該ホログラフィック記録媒体に導く走査光学系と、前記物体光学系に配置され、前記物体光を、記録すべき情報に対応して変調する空間光変調器と、を有してなり、前記物体光学系及び参照光学系は、前記物体光及び参照光を、それぞれ平行ビーム状のまま相互に重なり合うことなく隣接して、統合させ、前記平行ビームと略同一のビーム形状で前記集光レンズに入射する構成とされたことを特徴とするホログラフィック記録装置。
- [0011] (5) 前記走査光学系は、4f光学系であることを特徴とする(4)のホログラフィック記録装置。

- [0012] (6)前記走査光学系は $f\theta$ レンズを含んでなり、この $f\theta$ レンズは、前記ポリゴンミラーにより反射された前記物体光及び参照光を、その光軸と $f\theta$ レンズ中心光軸とのなす角度が θ のとき、該 $f\theta$ レンズ中心光軸と平行、且つ、この $f\theta$ レンズ中心光軸からの距離が前記 θ に比例する光軸に沿って屈折するようにされたことを特徴とする(4)のホログラフィック記録装置。
- [0013] (7)前記走査光学系における前記 $f\theta$ レンズと前記ポリゴンミラーとの間に、前記 $f\theta$ レンズの焦点位置に、該ポリゴンミラーから反射された前記物体光及び参照光を集光するリレーレンズを配置したことを特徴とする(6)のホログラフィック記録装置。
- [0014] (8)入射する物体光と参照光との干渉縞を記録可能なホログラフィック記録媒体を駆動させる記録媒体駆動装置と、レーザ光源と、このレーザ光源から出射されたレーザビームから分岐され、各組が物体光と参照光とからなる複数組の記録ビームの各々を、別個に前記ホログラフィック記録媒体に導く、記録ビームの組数と同数の記録ビーム光学系と、各記録ビーム光学系における物体光を導く物体光学系に配置され、記録すべき情報に応じて物体光を変調する空間光変調器と、各記録ビーム光学系における参照光を導く参照光学系にそれぞれ配置され、参照光を個別に遮断可能な光シャッターと、前記記録媒体駆動装置、前記各光シャッター、前記各空間光変調器を制御する制御装置と、を有してなり、前記複数の記録ビーム光学系のうち1の記録ビーム光学系の記録ビームを反射させると共に、その反射点を進退させる追従制御ミラーと、前記複数の記録ビーム光学系のうち次の記録ビーム光学系により導かれる次の記録ビーム、及び、前記追従制御ミラーから反射された前記1の記録ビームを、前記ホログラフィック記録媒体方向に反射すると共に、その反射点を、前記追従制御ミラーにおける反射点の進退方向と平行に進退させる次の追従制御ミラーを、順次、各記録ビーム光学系を設け、前記各記録ビーム光学系は、各々の記録ビームを、前記ホログラフィック記録媒体における駆動方向及びこれと直交する方向の少なくとも一方に順次ずらして、該ホログラフィック記録媒体に入射させるように設定され、前記制御装置は、前記各追従制御ミラーを制御可能とされると共に、各記録ビームによる前記ホログラフィック記録媒体への記録が順次なされ、且つ、記録中に、該記録ビームが、該ホログラフィック記録媒体の駆動方向に、これと同期して移動され、同

時に、他の記録ビームが前記駆動方向と反対方向に移動されるように、前記各追従制御ミラーを制御すると共に、記録中でない記録ビームの記録ビーム光学系の前記光シャッターにより該記録ビーム光学系を遮断させるようにされたことを特徴とするホログラフィック記録装置。

図面の簡単な説明

- [0015] [図1]本発明の実施例1に係るホログラフィック記録装置を示す光学系統図
[図2]同実施例1における走査光学系を拡大して示す光学配置図
[図3]同実施例のホログラフィック記録媒体上での記録位置の移動範囲とポリゴンミラーへの記録ビームの入射位置との関係を示す線図
[図4]同実施例におけるポリゴンミラーの回転角と前記記録位置の変位量との関係を示す線図、ポリゴンミラーへの記録ビームの入射位置との関係で示す線図
[図5]ホログラフィック記録媒体における記録位置の変動量とレンズの絞りの変化量との関係を示す線図
[図6]本発明の実施例2における要部を示す光学配置図
[図7]本発明の実施例3の要部を示す光学配置図
[図8]本発明の実施例4に係るホログラフィック記録装置を示す一部側面図を含む光学系統図
[図9]同実施例4における記録ビームによる記録状態を模式的に示す平面図
[図10]同実施例の要部を拡大して示す略示断面図
[図11]同要部を拡大して示す略示断面図
[図12]同実施例における第1及び第2記録ビームの記録位置と追従制御ミラーの位置関係を示す線図
[図13]記録ビームを3本とした場合の各記録ビームの記録時と原位置への復帰状態の関係を示すタイミングチャート

発明を実施するための最良の形態

- [0016] 本発明の最良の実施形態では、レーザビームを、そのビーム径において分割して物体光及び参照光とし、これらをポリゴンミラーに入射させ、その反射光を、ホログラフィック記録媒体の駆動方向と同期させ、且つ、該ホログラフィック記録媒体内でこれ

ら物体光及び参照光とが干渉するようにすることによって、askingサーボの復帰時間をほとんどゼロとするという目的を達成する。

[0017] 以下図1に示される本発明の実施例1に係るホログラフィック記録装置10について詳細に説明する。

[0018] このホログラフィック記録装置10は、入射する物体光と参照光との干渉縞を記録可能なホログラフィック記録媒体12を、記録媒体駆動装置14により駆動させつつ、レーザ光源16からのレーザビームを、ポリゴンミラー18により反射して、反射による走査ビームを、前記ホログラフィック記録媒体12の駆動と同期させてこれを照射し、該ホログラフィック記録媒体12に干渉縞を記録するものである。

[0019] 前記ホログラフィック記録装置10は、前記レーザ光源16から出射されたレーザビームを、ビーム径が拡大された平行ビームとするビームエキスパンダ20と、このビームエキスパンダ20で拡大された平行ビームを、その形状において分割する平行ビーム分割装置22と、入射する平行ビームを、前記ポリゴンミラー18の反射面の背後に集光する焦点を備えた集光レンズ24と、前記分割された平行ビームの一方を物体光として、及び、他方を参照光としてそれぞれ前記集光レンズ24への入射平行ビームとして導く物体光学系26及び参照光学系28と、回転する前記ポリゴンミラー18の反射面により反射された前記物体光及び参照光を、該ポリゴンミラー18の回転により走査方向が、前記ホログラフィック記録媒体12の運動方向と一致するようにして、該ホログラフィック記録媒体12に導く走査光学系30と、前記物体光学系26に配置され、前記物体光を、記録すべき情報に対応して変調する空間光変調器32と、を有している。

[0020] 前記物体光学系26及び参照光学系28は、前記物体光及び参照光を、それぞれ平行ビームのまま相互に重なり合うことなく隣接して統合させ、前記分割前の平行ビームと略同一のビーム形状で前記集光レンズ24に入射するように構成されている。

[0021] 前記平行ビーム分割装置22は、ビームエキスパンダ20によってビーム径が拡大されたレーザビームを、そのビーム形における一部分を直角に反射するミラーから構成され、前記物体光学系26は、平行ビーム分割装置22によって分割されなかった残りの形状のレーザビームを反射するミラー26Aと、このミラー26Aで反射されたレーザビームが透過する前記空間光変調器32と、この空間光変調器32によって変調され

た物体光としてのレーザビームを前記集光レンズ24に向けて反射するミラー26Bとを備えて構成されている。

[0022] 前記参照光学系28は、前記平行ビーム分割装置22によって反射されたレーザビームを参照光として集光レンズ24に導くものであり、前記ミラーである平行ビーム分割装置22から反射されたレーザビームを前記集光レンズ24に対して、前記物体光と平行に、且つ隣接して相互に重なり合うことなく反射させるミラー28Aを備えて構成されている。

[0023] 前記走査光学系30は、いわゆる4f光学系として構成されている。この4f光学系としての走査光学系30は、図2に拡大して示されるように、等しい焦点距離 f を有するレンズ30A、30Bを $2f$ の間隔で配置したものであり、ポリゴンミラー18側のレンズ30Aは、前記ポリゴンミラー18の反射面18Aが集光レンズ24の中心光軸と 45° の角度をなすときに、該集光レンズ24の、ポリゴンミラー18鏡面の裏側における集光レンズ24の虚像24Aと共焦点を持つように配置されている。

[0024] この実施例に係るホログラフィック記録装置10においては、物体光及び参照光が、そのビーム形状が前記ビームエキスパンダ20により拡大されたレーザビームのビーム径を分割した形状であって、一方の物体光が、空間光変調器32により記録すべき情報に応じて変調されてから、参照光と共に略分割前のビーム形状となって、集光レンズ24に入射される。

[0025] 集光レンズ24は、ポリゴンミラー18の反射面18Aが集光レンズ24の中心光軸と 45° の角度をなすときに、該集光レンズ24の虚像24Aが前記走査光学系30のレンズ30Aと共焦点を持つように配置されているので、ポリゴンミラー18の反射面18Aが、集光レンズ24及び走査光学系30の中心光軸に対してそれぞれ 45° の角度をなすときに、集光レンズ24からの物体光及び参照光は、反射面18Aで反射され、レンズ30Aに入射した後、該レンズ30Aによって平行ビームとされる。

[0026] 走査光学系30は、前述のように、いわゆる4f光学系であるので、レンズ30Bに平行ビーム状態で入射した後、ホログラフィック記録媒体12の所定位置に入射される。このとき、物体光及び参照光は、それぞれ分割された平行ビーム状のまま相異なる角度でホログラフィック記録媒体12に入射するので、干渉縞が該ホログラフィック記録

媒体12に記録される。

[0027] 次に、前記ポリゴンミラー18の反射面18Aが前述の中心光軸に対してそれぞれ45°の角度をなす中立点から傾く場合の、前記物体光及び参照光の偏向について、図2を参照して説明する。

[0028] 特別な場合として、 $f_3=f_4=d/2$ の場合を考える。これはいわゆる4f光学系に相当し、転送される像の横倍率が一定、光軸上での物体及び像の位置が変化してもそれらの和(図2の s_i+s_o)は一定且つ2fに等しい等の特徴がある($s_i+s_o=2f=一定$)。いま、ポリゴンミラー18が、レンズ30Aから、その光軸上の、 $f+\Delta$ の点を中心として反時計回りに θ だけ回転すると、物体光・参照光ともに 2θ だけ偏向される。偏向された物体光・参照光が光軸を横切る点からレンズ30Aの主点までの距離をそれぞれ s_i 、 s_i' とすると、これらと ϕ (ϕ は偏向前の光ビームと光軸とのなす角度)、 Δ 、 f 等との関係は幾何学的な考察から求めることができ、以下のようなになる。

$$[0029] \quad s_i = f - (\tan \phi - \tan \Psi) / \{ \tan \Psi (1 + \tan \phi) \} \Delta$$

$$\Psi \equiv \phi - 2\theta$$

$$\Psi \equiv \phi + 2\theta$$

$$s_i' = f + (\tan \Psi' - \tan \phi) / \{ \tan \Psi' (1 - \tan \phi) \} \Delta$$

[0030] レンズのFナンバー(開口数)が大きいものとして、薄いレンズ及び近軸近似を適用すると、物体光・参照光がレンズ30Bの後ろ側で再び光軸を横切る点の位置(レンズ30Bの主点からの距離)は以下のように与えられる。

$$[0031] \quad s_o = f - (\tan \phi - \tan \Psi) / \{ \tan \Psi (1 + \tan \phi) \} \Delta$$

$$s_o' = f - (\tan \Psi' - \tan \phi) / \{ \tan \Psi' (1 - \tan \phi) \} \Delta$$

[0032] 再び幾何学的な考察により、物体光と参照光がレンズ30Bの後ろ側で交差する点(x_c, y_c)は以下のように与えられる。

$$[0033] \quad x_c = (s_o \tan \Psi + s_o' \tan \Psi') / (\tan \Psi + \tan \Psi')$$

$$y_c = (s_o' - s_o) \tan \Psi \tan \Psi'$$

[0034] ポリゴンミラーの回転角 θ に対する前記(x_c, y_c)の変化を図3、図4に示す。

[0035] 図3は、光軸とポリゴンミラー18の鏡面が45°の状態を $\theta=0$ として、鏡面を反時計回りに $\theta=0-10^\circ$ の範囲で回転したときに、(x_c, y_c)が移動する範囲を図示したも

のである。レンズ30A及び30Bの焦点距離を $f=100\text{mm}$ 、 $\phi=30^\circ$ 、 $\Delta=0.1\text{mm}$ 、 1mm 、 10mm とした。図3からわかるように、 Δ 、つまりポリゴンミラー18の設置位置を変化させることにより、記録媒体内で物体光と参照光が交差する記録位置を略線形に変化させることができ、例えば記録媒体の移動に対する追従制御やトラック方向の位置制御に利用できることが分かる。

[0036] 図4は、ポリゴンミラーの回転角 θ に対して記録位置の積算移動量をプロットしたものである。積算移動量とは図3の各曲線に沿った移動量によって定義される。記録媒体内での記録位置に対する望ましい移動パターンが決まったとき、図3及び図4によってポリゴンミラーの回転パターンを決め、更にその回転パターンを実現するようにポリゴンミラーの鏡面数、大きさ、回転速度を決定すればよい。

[0037] 図3によれば、 Δ を変化させることで記録あるいは再生ビーム照射位置の可動範囲を制御することができるが、可動方向は変化しない。そこでレンズの絞り、即ち開口数を変化させたときの可動範囲を示したのが図5である。 $\phi=15^\circ$ から ϕ を増加させてゆくと、ビーム可動方向が光軸(x軸)から離れる方向に変化していく様子がわかる。このようにして、焦点距離や Δ だけでなく、レンズの外径を変化させることによってもビーム照射位置を制御することができ、ポリゴンミラーの設計自由度が高いことがわかる。

[0038] 次に、前記ホログラフィック記録装置10における走査光学系30についての実施例2について説明する。

[0039] 図6に示されるように、この実施例2に係る走査光学系34は、 $f\theta$ レンズ36及びアパーチャ38を設けたものである。

[0040] この $f\theta$ レンズ36は、前記ポリゴンミラー18により反射された前記物体光及び参照光を、その光軸と $f\theta$ レンズ光軸36Aとのなす角度が θ のとき、該 $f\theta$ レンズ光軸36Aと平行、且つ、この $f\theta$ レンズ光軸36Aからの距離が前記 θ に比例する光軸に沿って屈折するようにされている。

[0041] 従って、ポリゴンミラー18の回転に従って物体光及び参照光の反射角度が変化するが、 $f\theta$ レンズ36に入射したビームは常にホログラフィック記録媒体12に対して直角に入射され、その入射位置はポリゴンミラー18の反射面18Aの回転角度に対応す

ることになる。

[0042] 前記アパーチャ38は、ポリゴンミラー18の反射面18Aにおいて反射された物体光及び参照光のうち、 $f\theta$ レンズ36から外れるビームを遮断するためのものである。

[0043] ここで、前記 $f\theta$ レンズを通してホログラフィック記録媒体12に入射するビームの入射位置の、前記 $f\theta$ レンズ中心光軸36Aからの可動範囲Rはホログラフィック記録媒体12の駆動速度に応じて設定する。

[0044] 前記可動範囲Rを小さくする場合は、図7に示される実施例3のように、小さい可動範囲Rに対応する小さい $f\theta$ レンズ40と、この $f\theta$ レンズ40と前記ポリゴンミラー18との間にリレーレンズ42を設けて、走査光学系44を構成するとよい。

[0045] この場合、リレーレンズ42の焦点距離を f' とすると、ポリゴンミラー18からの距離 L' はリレーレンズ42の焦点距離 f' より大きくなるように配置する。リレーレンズ42を通して光ビームは、式

$$1/L' + 1/s' = 1/F'$$

を満たす距離 s' で集光する。前記 $f\theta$ レンズ40の焦点距離を $f(<f')$ としたときに、リレーレンズ42から $s' + f$ の距離に該 $f\theta$ レンズ40を配置すれば、図6の場合と同様にホログラフィック記録媒体12へのビーム照射位置制御をすることができ、しかも、可動範囲をより小さくすることができる。

[0046] 次に、図8に示される本発明の実施例4について説明する。

[0047] この実施例4に係るホログラフィック記録装置50は、ホログラフィック記録媒体12を駆動させつつ、該ホログラフィック記録媒体12に干渉縞を形成させる物体光と参照光とを1組として、2組の記録ビームのうち、第1記録ビームをその記録時間にホログラフィック記録媒体12と略同期して同一方向に移動させつつ照射し、次の復帰時間に原位置に復帰させ、他の組の第2記録ビームは、前記第1記録ビームの復帰時間に、前記ホログラフィック記録媒体12と略同期して同一方向に移動させつつ照射し、前記第1記録ビームの記録時間中に原位置に復帰させるようにしたものである。

[0048] 更に詳細には、前記ホログラフィック記録装置50は、入射する物体光と参照光との干渉縞が形成可能なホログラフィック記録媒体12を駆動させる記録媒体駆動装置52と、レーザ光源54と、このレーザ光源54から出射されたレーザビームから分岐され

、1組が物体光と参照光からなる2組の記録ビームの各々を、別個に、記録ビームとして前記ホログラフィック記録媒体12に導く、第1及び第2の記録ビーム光学系56、58と、これら第1及び第2記録ビーム光学系56、58における物体光学系56A、58Aに配置され、記録装置の情報に応じて物体光を変調する第1及び第2空間光変調器60、62と、前記第1及び第2記録ビーム光学系56、58における参照光学系56B、58Bにそれぞれ配置され、参照光を個別に遮断可能な第1及び第2光シャッター64、66と、前記記録媒体駆動装置52、前記第1、第2光シャッター64、66、前記第1、第2空間光変調器60、62を制御する制御装置68と、を有している。

[0049] 又、前記第1記録ビーム光学系56には、記録ビームを反射させると共に、その反射点を進退させる第1追従制御ミラー70が設けられている。

[0050] 前記第2記録ビーム光学系58には、前記第1追従制御ミラー70から反射された第1記録ビームを、前記ホログラフィック記録媒体12方向に反射すると共に、その反射点を、前記第1追従制御ミラー70における反射点の進退方向と平行に進退させる第2追従制御ミラー72が設けられている。

[0051] 更に、前記第1及び第2記録ビーム光学系56、58は、各々の記録ビーム57、59を、図9(A)に示されるように、前記ホログラフィック記録媒体12における駆動方向と直交する方向に交互にずらして(千鳥に)該ホログラフィック記録媒体12に入射させるように設定されている。

[0052] 前記制御装置68は、前記第1、第2追従制御ミラー70、72の進退を制御可能とされている。更に詳細には、前記制御装置68は、前記第1及び第2記録ビームによる前記ホログラフィック記録媒体12への記録が順次なされ、且つ記録中に、該第1、第2記録ビームが、ホログラフィック記録媒体12の移動方向に、これと同期して移動され、同時に、記録中でない他の記録ビームが、前記駆動方向と反対方向に移動されるように、前記第1及び第2追従制御ミラー70、72を制御すると共に、記録中でない記録ビームの記録ビーム光学系における前記第1又は第2光シャッター64、66の一方を遮断させるようにされている。

[0053] 図8における符号74、76、78はそれぞれビームスプリッタを示す。ビームスプリッタ74は、レーザ光源54から出射されたレーザビームの一部を、第1記録ビーム光学系

56における物体光として反射させるものである。

[0054] 又、ビームスプリッタ76は、ビームスプリッタ74を透過したレーザビームの一部を反射して、第1記録ビーム光学系56における参照光とするものである。

[0055] 更に、前記ビームスプリッタ78は、ビームスプリッタ76を透過したレーザビームの一部を反射して、第2記録ビーム光学系58における参照光とするものである。

[0056] 前記ビームスプリッタ78を透過したレーザビームは、第2記録ビーム光学系58における物体光とされている。

[0057] なお、前記第1及び第2追従制御ミラー70、72は、その反射面が、第1及び第2記録ビームのそれぞれにおける参照光と物体光との2等分線に対して、各々45°の角度に配置されている。

[0058] 図の符号80はミラー、82は前記物体光学系56A、58A、参照光学系56B、58Bに各々設けられたフーリエレンズを示す。又、符号70A、72Aは前記第1追従制御ミラー70及び第2追従制御ミラー72をそれぞれ駆動するためのモータを、52Aは記録媒体駆動装置52の一部を構成するスピンドルモータをそれぞれ示す。

[0059] 次に、図10及び図11を参照して、前記第1及び第2追従制御ミラー70、72の作用について更に詳細に説明する。

[0060] まず、第1及び第2追従制御ミラー70、72が図の実線位置(正規位置とする)である状態から、第1追従制御ミラー70のみを、図10において右方向に X_1 だけ動かした場合を考える。

[0061] 前記第1及び第2追従制御ミラー70、72は、その反射面が、第1及び第2記録ビームのそれぞれにおける参照光と物体光との2等分線に対して、各々45°の角度に配置されているので、第1追従制御ミラー70の、図10において右方向への移動量 X_1 とホログラフィック記録媒体12上での第1記録ビームの参照光(参照光1と示す)及び物体光(物体光1と示す)が交差する点の移動量 Y_1 の間には、 $Y_1 = \sqrt{2}X_1$ の関係式が成立する。

[0062] 前記図10に示される第1追従制御ミラー70の、図において右方向への右方向への X_1 の移動と同時に、図11に示されるように、第1追従制御ミラー70を、図の方向に X_2 だけ動かした場合を考える。

- [0063] この場合、上記移動量 X_1 及び X_2 と、物体光1と参照光1及び第2記録ビームの参照光(参照光2と示す)と物体光(物体光2と示す)がそれぞれ交差する点の移動量 Y_1 及び Y_2 の関係は、 $Y_1 = \sqrt{2(X_2 - X_1)}$ 、 $Y_2 = \sqrt{2X_2}$ となる。
- [0064] 第1追従制御ミラー70及び第2追従制御ミラー72を図において同時に右方向に駆動することによって、第1記録ビームと第2記録ビームの、物体光及び参照光がそれぞれ交差する点の移動量が図11において0で示される中立点から相互に反対方向になり、その移動量は Y_1 及び Y_2 の関係は、 $Y_1 = \sqrt{2(X_2 - X_1)}$ 、 $Y_2 = \sqrt{2X_2}$ となる。
- [0065] 即ち、図12において実線 X_1 及び一点鎖線 X_2 で示されるように、前記追従制御ミラー70及び72を同期してそれぞれ X_1 及び X_2 往復動させると、そのときの、第1及び第2記録ビームにおける参照光と物体光のそれぞれの、ホログラフィック記録媒体12における交差点の位置は、二点鎖線 Y_1 及び破線 Y_2 で示されるように相互に逆方向に同期して変化することになる。
- [0066] これによって、第1記録ビームによる記録中は、第2記録ビームは原位置への復帰過程にあり、逆に、第2記録ビームにより記録中は、第1記録ビームは原位置へ復帰過程となり、askingサーボの戻り過程における空白時間がなく、データ転送レートを、従来の1スポットで記録再生を行なう場合の2倍に増大することができる。
- [0067] なお、上記実施例において、第1及び第2記録ビームは図9(A)に示されるように、ホログラフィック記録媒体12上でその駆動方向に対して千鳥になる位置に参照光と物体光が交差するようにされているが、本発明はこれに限定されるものでなく、図9(B)に示されるように、移動ラインが第1記録ビームと第2記録ビームで、平行に離間して設定してもよく、図9(C)のように、同一移動ライン上で第1及び第2記録ビーム57、59が交互にホログラフィック記録媒体12に入射するようにしてもよい。
- [0068] 又、上記実施例において、記録ビームは2本であって、これに対応して第1及び第2追従制御ミラー70、72を設けているが、本発明はこれに限定されるものでなく、記録ビームを3本以上としてもよい。例えば、記録ビームが3本の場合は、第1追従制御ミラーは第1記録ビームのみを反射し、第2追従制御ミラーは第1追従制御ミラーで反射された第1記録ビームと、第2記録ビームとを反射し、第3追従制御ミラーは、第2追従制御ミラーによって反射された第1記録ビーム、第2追従制御ミラーで反射された

第2記録ビーム、及び、第3記録ビームをそれぞれ反射するように設定する。

- [0069] 又、そのときの、第1ー第3記録ビームの、ホログラフィック記録媒体12上の位置と時間との関係は、図13に示されるようになる。図13において右上がりの直線が記録時、右下がりの直線が復帰時を示す。

産業上の利用の可能性

- [0070] 記録ビームによりホログラフィック記録媒体に記録する際に、askingサーボの復帰に要する時間を低減してデータ転送レートを増大させることができる。

請求の範囲

- [1] レーザビームを、ビーム径を拡大した平行ビームとしてから、そのビーム径を物体光及び参照光とに分割し、分割された物体光を、記録すべき情報に応じて変調し、これら物体光及び参照光を平行ビーム状のまま、相互に隣接した状態でポリゴンミラーの反射面の後方に焦点を有する集光レンズにより、回転する前記ポリゴンミラーの反射面に入射し、この反射面で反射された前記物体光と参照光とを、該反射面の角度変化による走査方向に移動させつつ、これと同方向に移動するホログラフィック記録媒体に、相互に異なる角度で、且つ、該ホログラフィック記録媒体内で干渉するように入射させることを特徴とするホログラフィック記録方法。
- [2] ホログラフィック記録媒体を駆動させつつ、該ホログラフィック記録媒体に干渉縞を形成させる物体光と参照光とを1組とする複数組の記録ビームのうち1組の第1記録ビームを、その記録時間に、該ホログラフィック記録媒体と略同期して同一方向に移動させつつ照射し、次の復帰時間に原位置に復帰させ、前記複数組の残りのうち少なくとも1組の第2記録ビームを、前記第1記録ビームの復帰時間中に、前記該ホログラフィック記録媒体と略同期して同一方向に移動させつつこれを照射することを特徴とするホログラフィック記録方法。
- [3] 請求項2において、前記複数組の記録ビームを、前記ホログラフィック記録媒体に対して、その駆動方向、駆動方向と直交する方向の少なくとも一方に、順次ずらして照射させることを特徴とするホログラフィック記録方法。
- [4] 入射する物体光と参照光との干渉縞を記録可能なホログラフィック記録媒体を駆動させる記録媒体駆動装置と、
レーザ光源と、
このレーザ光源から出射されたレーザビームを、ビーム径が拡大された平行ビームとするビームエキスパンダと、
このビームエキスパンダで拡大された平行ビームのビーム径を分割する平行ビーム分割装置と、
回転自在のポリゴンミラーと、
入射する平行ビームを、前記ポリゴンミラーの反射面の後方に集光する焦点を備え

た集光レンズと、

前記分割された平行ビームの一方を物体光として、及び、他方を参照光として、それぞれ前記集光レンズへの入射平行ビームとして導く物体光学系及び参照光学系と、

回転する前記ポリゴンミラーの反射面により反射された前記物体光及び参照光を、そのポリゴンミラーの回転による走査方向が、前記ホログラフィック記録媒体の運動方向と一致するようにして、該ホログラフィック記録媒体に導く走査光学系と、

前記物体光学系に配置され、前記物体光を、記録すべき情報に対応して変調する空間光変調器と、

を有してなり、

前記物体光学系及び参照光学系は、前記物体光及び参照光を、それぞれ平行ビーム状のまま相互に重なり合うことなく隣接して、統合させ、前記平行ビームと略同一のビーム形状で前記集光レンズに入射する構成とされたことを特徴とするホログラフィック記録装置。

- [5] 請求項4において、前記走査光学系は、 $4f$ 光学系であることを特徴とするホログラフィック記録装置。
- [6] 請求項4において、前記走査光学系は $f\theta$ レンズを含んでなり、この $f\theta$ レンズは、前記ポリゴンミラーにより反射された前記物体光及び参照光を、その光軸と $f\theta$ レンズ中心光軸とのなす角度が θ のとき、該 $f\theta$ レンズ中心光軸と平行、且つ、この $f\theta$ レンズ中心光軸からの距離が前記 θ に比例する光軸に沿って屈折するようにされたことを特徴とするホログラフィック記録装置。
- [7] 請求項6において、前記走査光学系における前記 $f\theta$ レンズと前記ポリゴンミラーとの間に、前記 $f\theta$ レンズの焦点位置に、該ポリゴンミラーから反射された前記物体光及び参照光を集光するリレーレンズを配置したことを特徴とするホログラフィック記録装置。
- [8] 入射する物体光と参照光との干渉縞を記録可能なホログラフィック記録媒体を駆動させる記録媒体駆動装置と、
レーザ光源と、

このレーザ光源から出射されたレーザビームから分岐され、各組が物体光と参照光とからなる複数組の記録ビームの各々を、別個に前記ホログラフィック記録媒体に導く、記録ビームの組数と同数の記録ビーム光学系と、

各記録ビーム光学系における物体光を導く物体光学系に配置され、記録すべき情報に応じて物体光を変調する空間光変調器と、

各記録ビーム光学系における参照光を導く参照光学系にそれぞれ配置され、参照光を個別に遮断可能な光シャッターと、

前記記録媒体駆動装置、前記各光シャッター、前記各空間光変調器を制御する制御装置と、

を有してなり、

前記複数の記録ビーム光学系のうち1の記録ビーム光学系の記録ビームを反射させると共に、その反射点を進退させる追従制御ミラーと、

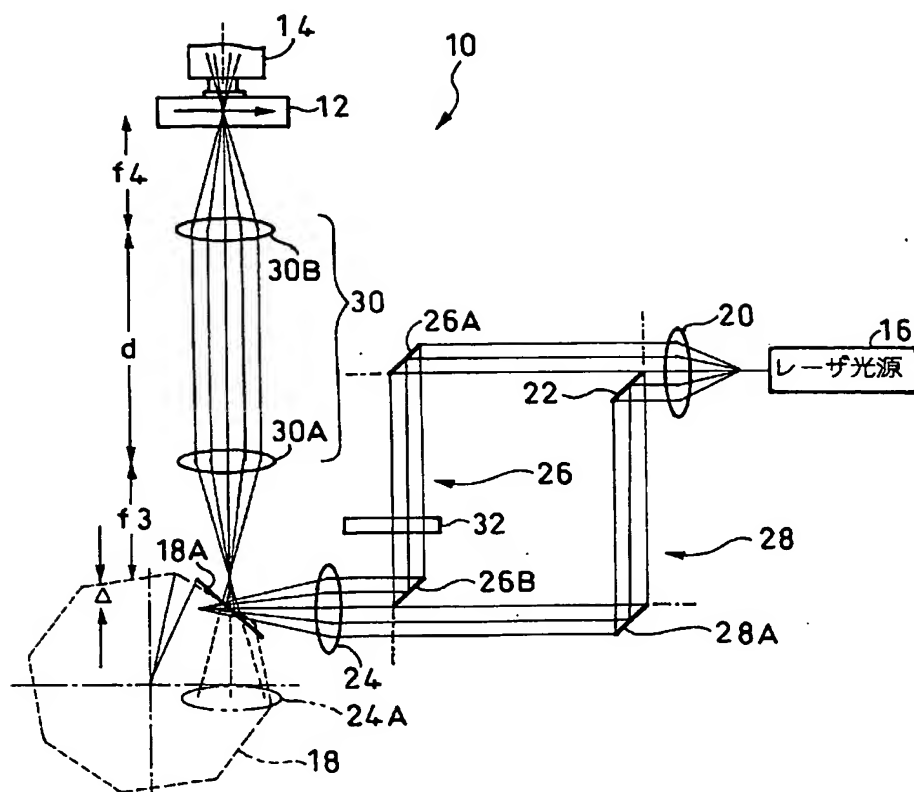
前記複数の記録ビーム光学系のうち次の記録ビーム光学系により導かれる次の記録ビーム、及び、前記追従制御ミラーから反射された前記1の記録ビームを、前記ホログラフィック記録媒体方向に反射すると共に、その反射点を、前記追従制御ミラーにおける反射点の進退方向と平行に進退させる次の追従制御ミラーを、順次、各記録ビーム光学系を設け、

前記各記録ビーム光学系は、各々の記録ビームを、前記ホログラフィック記録媒体における駆動方向及びこれと直交する方向の少なくとも一方に順次ずらして、該ホログラフィック記録媒体に入射させるように設定され、

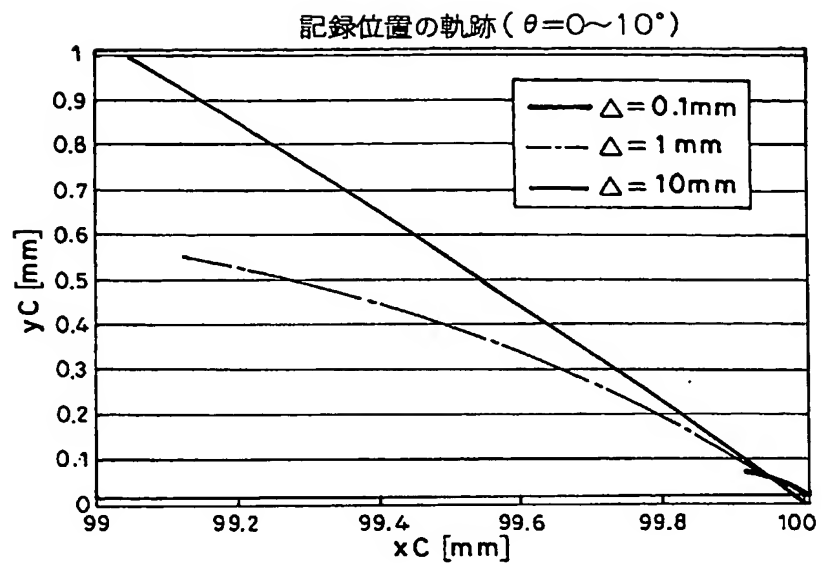
前記制御装置は、前記各追従制御ミラーを制御可能とされると共に、各記録ビームによる前記ホログラフィック記録媒体への記録が順次なされ、且つ、記録中に、該記録ビームが、該ホログラフィック記録媒体の駆動方向に、これと同期して移動され、同時に、他の記録ビームが前記駆動方向と反対方向に移動されるように、前記各追従制御ミラーを制御すると共に、記録中でない記録ビームの記録ビーム光学系の前記光シャッターにより該記録ビーム光学系を遮断させるようにされた

ことを特徴とするホログラフィック記録装置。

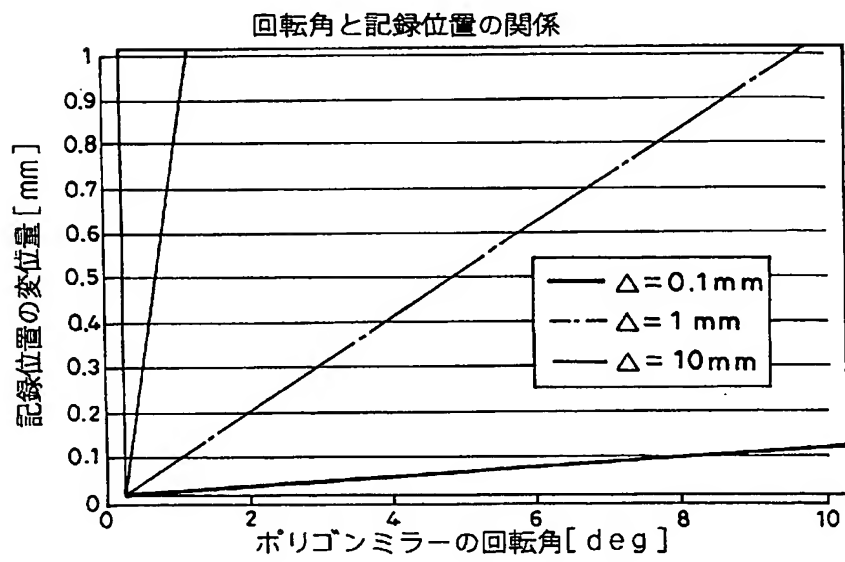
[図1]



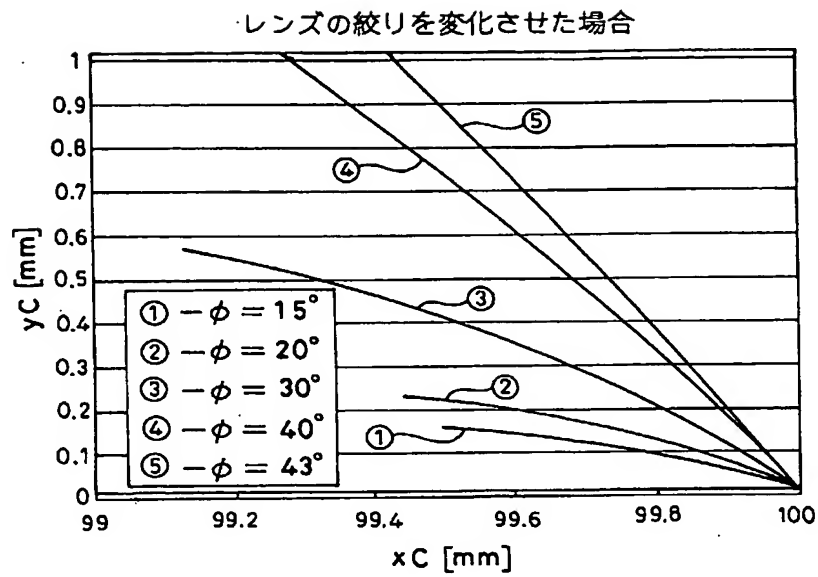
[図3]



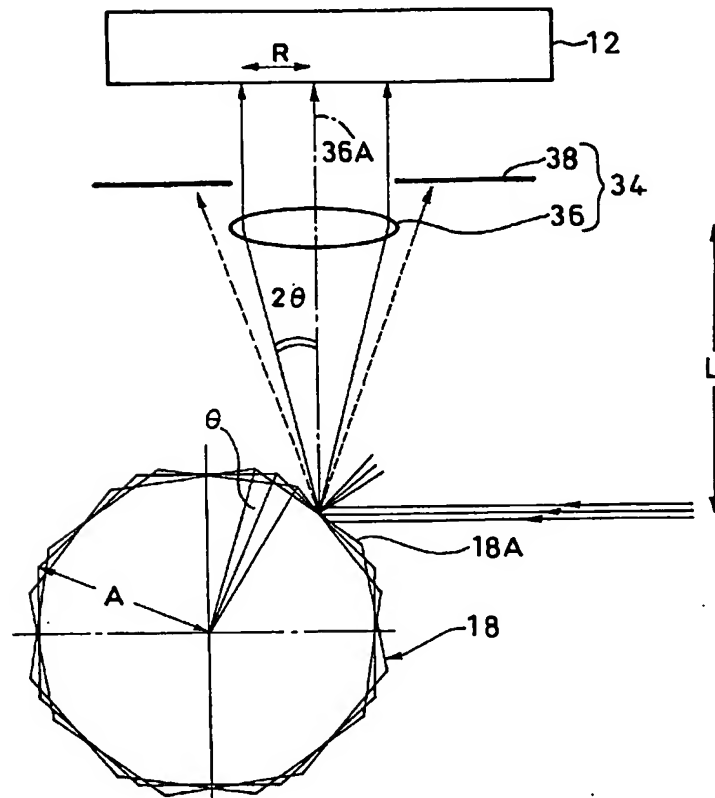
[図4]



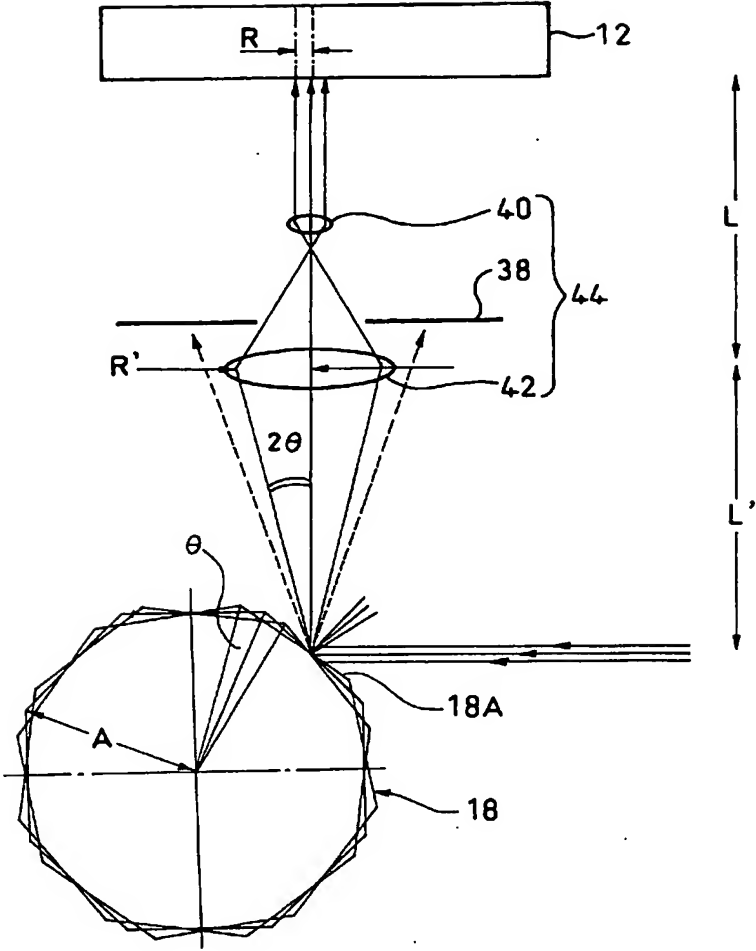
[図5]



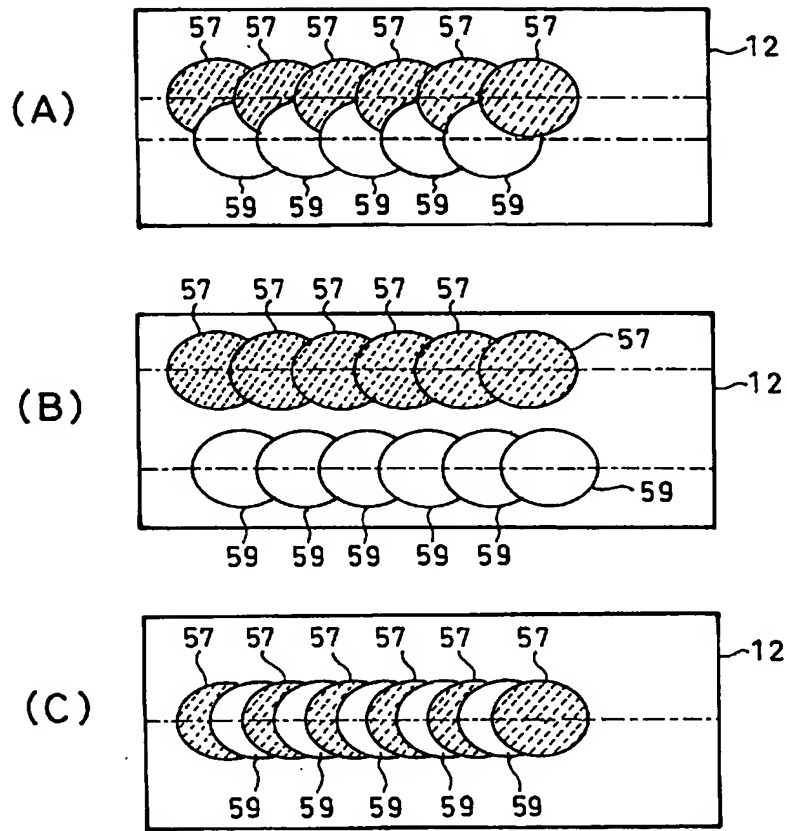
[図6]



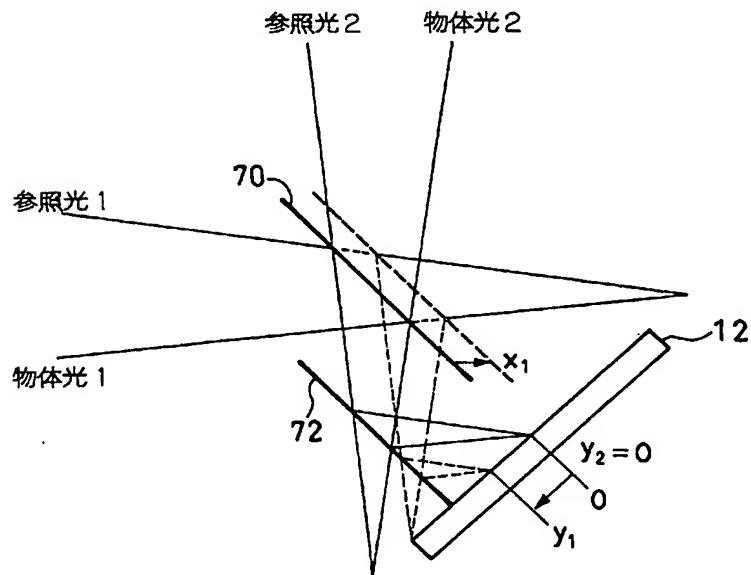
[図7]



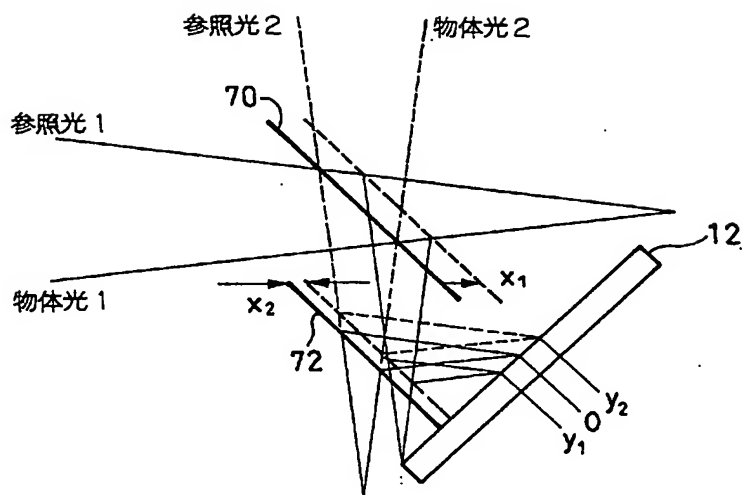
[図9]



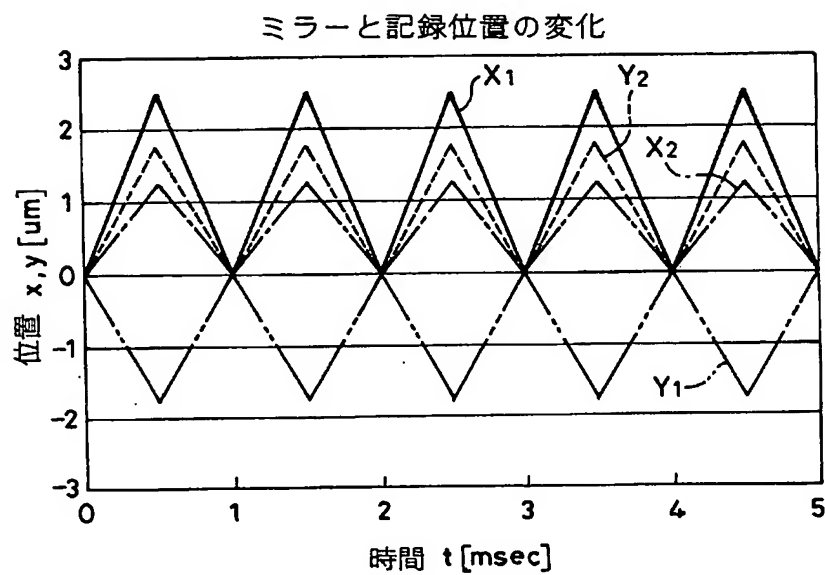
[図10]



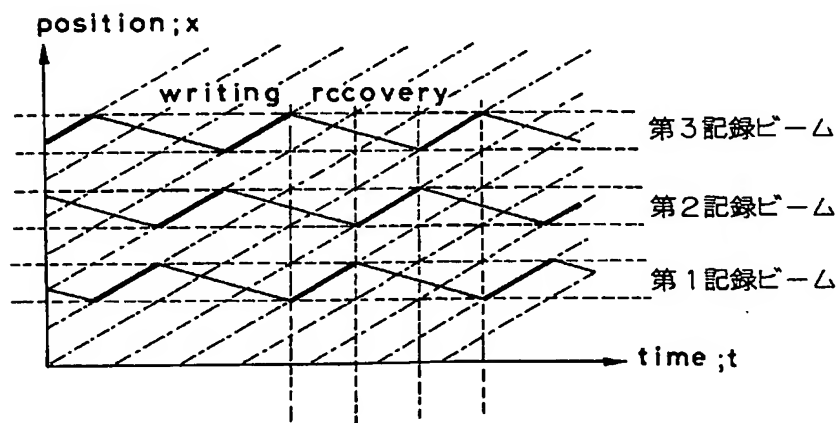
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORTInternational application No.
PCT/JP2004/011975**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Claims 1, 4-7 relate to a device wherein an object light and a reference light, kept in their parallel shapes and arranged adjacently to each other, are made to fall on a reflective surface of a polygon mirror, and the object light and the reference light reflected from the reflective surface are made to fall on a holographic recording medium while moving the lights in the scanning direction corresponding to the angle variation of the reflective surface in such a way that the lights interfere with each other within the holographic recording medium moving in the same direction as the scanning direction.

(Continued to extra sheet.)

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.: 1, 4-7

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/011975

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ G11B7/135, 7/0065, G03H1/26, G02B26/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ G11B7/135, 7/0065, G03H1/26, G02B26/10

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 11-237829 A (Fuji Xerox Co., Ltd.), 31 August, 1999 (31.08.99), Full text; Figs. 1 to 12 (Family: none)	1, 4-7
A	JP 2002-183975 A (Optware Corp.), 28 June, 2002 (28.06.02), Full text; Figs. 1 to 38 & WO 02/49018 A1 & AU 2107002 A & EP 1351226 A1 & US 2004/62178 A	1, 4-7

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
08 December, 2004 (08.12.04)

Date of mailing of the international search report
28 December, 2004 (28.12.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/011975

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

Claims 2, 3 relate to a holographic recording method wherein out of recording beams each composed of a pair of an object light and a reference light, a first recording beam is moved substantially in synchronism with the movement of a holographic recording medium in the same direction as that of the holographic recording medium during a recording time, projected onto the holographic recording medium, and returned to its original position during the next return time, and at least one of the other recording beams is moved substantially in synchronism with the holographic recording medium in the same direction as that of the holographic recording medium during the return time of the first recording beam and projected onto the holographic recorder medium.

Claim 8 relates to a holographic recorder having recording beam optical systems which are adapted to separately direct recoding beams each composed of an object light and a reference light to a holographic recording medium and the number of which is equal to the number of recording beams, wherein the recording beam optical systems sequentially shift the recoding beams at least in either the driving direction of the holographic recording medium or a direction perpendicular to the driving direction so as to cause the recording beams to fall on the holographic recording medium, wherein a followup control mirror is controlled so that a recording beam is moved in the driving direction of the holographic recording medium in synchronism with the drive of the holographic recording medium during recording and simultaneously another recording beam is moved in the opposite direction to the driving direction, and wherein the recording beam optical system of a recording beam not being used for recording is shut off by means of an optical shutter of the recording beam optical system.

第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるときの国際調査機関は認めた。

請求の範囲1、4-7は、物体光及び参照光を平行ビーム状のまま相互に隣接した状態でポリゴンミラーの反射面に入射し、この反射面で反射された物体光と参照光とを該反射面の角度変化による走査方向に移動させつつこれと同方向に移動するホログラフィック記録媒体内で干渉するようにホログラフィック記録媒体に入射させるものに関する。

請求の範囲2、3は、物体光と参照光とを1組とする複数組の記録ビームのうち1組の第1記録ビームをその記録時間にホログラフィック記録媒体と略同期して同一方向に移動させつつ照射し、次の復帰時間に原位置に復帰させ、複数組の残りのうち少なくとも1組の第2記録ビームを第1記録ビームの復帰時間中にホログラフィック記録媒体と略同期して同一方向に移動させつつこれを照射するホログラフィック記録方法に関する。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

1, 4-7

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G11B 7/135, 7/0065, G03H 1/26, G02B 26/10

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G11B 7/135, 7/0065, G03H 1/26, G02B 26/10

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2004年

日本国登録実用新案公報 1994-2004年

日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 11-237829 A (富士ゼロックス株式会社) 1999.08.31 全文, 図1-12 (ファミリーなし)	1, 4-7

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

08.12.2004

国際調査報告の発送日

28.12.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

五賀 昭一

5D

9368

電話番号 03-3581-1101 内線 3550

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2002-183975 A (株式会社オプトウエア) 2002.06.28 全文, 図1-38 & WO 02/49018 A1 & AU 2107002 A & EP 1351226 A1 & US 2004/62178 A	1, 4-7

第Ⅲ欄の続き

請求の範囲 8 は、各組が物体光と参照光とからなる複数組の記録ビームの各々を別個にホログラフィック記録媒体に導く記録ビームの組数と同数の記録ビーム光学系を有してなり、各記録ビーム光学系は各々の記録ビームをホログラフィック記録媒体における駆動方向及びこれと直交する方向の少なくとも一方に順次ずらしてホログラフィック記録媒体に入射させるように設定され、記録中に、記録ビームがホログラフィック記録媒体の駆動方向にこれと同期して移動され、同時に、他の記録ビームが前記駆動方向と反対方向に移動されるように追従制御ミラーを制御すると共に、記録中でない記録ビームの記録ビーム光学系の光シャッターにより記録ビーム光学系を遮断させるようにされたホログラフィック記録装置に関する。